

PAT-NO: JP403223705A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03223705 A

TITLE: OPTICAL MULTIPLEXING/DEMULITPLEXING DEVICE AND OPTICAL MULTIPLEXING/DEMULITPLEXING MODULE

PUBN-DATE: October 2, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IMOTO, KATSUYUKI

INT-CL (IPC): G02B006/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce crosstalk by providing another waveguide closely to one waveguide in parallel and forming a reflecting means on the exit end surfaces of both the waveguides.

CONSTITUTION: The directional coupler 51 functions as a 1st wavelength selecting element and light signal with wavelength λ_1 is lead out through a core 31; and a core 32 which propagates a light signal with wavelength λ_2 demultiplexed by the directional coupler 51 functions as the waveguide A and a core 33 which is provided closely to the waveguide A in parallel functions as the waveguide B. A directional coupler 52 is provided with a reflecting film 6 as the reflecting means on one end surface side of the two parallel waveguides A and B. The light signal with the wavelength λ_2 which is propagated in the core 32 as shown by an arrow A is coupled with the core 32 through the reflecting film 6 and propagated as shown by an arrow 74. Thus, the waveguides A and B constitute the directional coupler, so respective light signals demultiplexed by the 1st wavelength selecting element 51 are projected at a sufficient distance. Consequently, the crosstalk is reduced.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑪ 公開特許公報 (A) 平3-223705

⑤Int.Cl.⁵

G 02 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F 7036-2H

④公開 平成3年(1991)10月2日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全10頁)

⑥発明の名称 光合分波器及び光合分波器モジュール

⑦特 願 平2-39413

⑧出 願 平2(1990)2月20日

優先権主張 ⑨平1(1989)12月12日 ⑩日本(JP) ⑪特願 平1-320570

⑫発明者 井本克之 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電
線研究所内

⑬出願人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

明細書

1. 発明の名称

光合分波器及び光合分波器モジュール

2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも2つの異なる波長の光信号を分波する光合分波器において、第1の波長選択素子で少なくとも2つの異なる波長の光信号を分波し、該分波された少なくとも一つの波長の光信号が伝搬する導波路Aに近接平行して別の導波路Bを設け、該導波路Aと導波路Bの出口端面に反射手段を形成することにより、導波路B内に上記分波された少なくとも一つの波長の光信号を結合させ、導波路A内の伝搬方向と逆方向に伝搬させるようにしたことを特徴とする光合分波器。

2. 請求項1記載の光合分波器において、上記反射手段が反射膜であることを特徴とする光合分波器。

3. 請求項1記載の光合分波器において、上記反射手段が上記分波された少なくとも一つの

波長の光信号だけを反射させ、他の分波された波長の光信号は通過させる機能をもった干渉膜フィルタであることを特徴とする光合分波器。

4. 請求項1記載の光合分波器において、上記反射手段が上記導波路Aと導波路Bの出口端面を鏡面加工した光学的鏡面であることを特徴とする光合分波器。

5. 請求項1記載の光合分波器において、上記第1の波長選択素子として方向性結合器を用いたことを特徴とする光合分波器。

6. 請求項1記載の光合分波器において、上記分波された少なくとも一つの波長の光信号を導く導波路B側に、さらに上記分波された少なくとも一つの波長の光信号だけを選択的に通し、他の分波された波長の光信号を抑圧する第2の波長選択素子を継続接続したことを特徴とする光合分波器。

7. 請求項1記載の光合分波器における少なくとも2つの異なる波長の光信号が分波され

- て出力される導波路端子側の各々に、受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージを配置したことを特徴とする光合分波器モジュール。
8. 請求項7記載の光合分波器モジュールにおいて、上記受光素子パッケージは、受光素子単体、レンズ付きの受光素子又は電子回路の内蔵された受光素子のいずれかを含み、また上記発光素子パッケージは、発光素子単体、レンズ付きの発光素子又は電子回路の内蔵された発光素子のいずれかを含むことを特徴とする光合分波器モジュール。
9. 請求項8記載の光合分波器モジュールにおいて、上記受光素子パッケージの受光素子の前には所望の波長の光信号だけを通過させる干渉膜フィルタを設けたことを特徴とする光合分波器モジュール。
10. 請求項7記載の光合分波器モジュールにおいて、少なくとも2つの異なる波長の光信号が分波されて出力される導波路端子側に接

続される受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージの少なくとも1つは、光ファイバを介して接続されていることを特徴とする光合分波器モジュール。

11. 請求項1記載の光合分波器において、導波路Aに近接平行して別の導波路Bを設け、該導波路AとBの出口端面に反射手段を形成する構成を、導波路B側に更に少なくとも一つ纏綿接続したことを特徴とする光合分波器。
12. 請求項1記載の光合分波器を少なくとも2つ組み合せ、少なくとも3つの異なる波長の光信号を分波する構成としたことを特徴とする光合分波器。
13. 請求項12記載の光合分波器において、少なくとも3つの異なる波長の光信号が分波されて出力される導波路端子間に、受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージのいずれかを配置したことを特徴とする光合分波器モジュール。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は波長多重伝送用の光合分波器及び光合分波器モジュールに関するものである。

【従来の技術】

光ファイバ通信における波長多重伝送技術は通信システムの経済化を図る上で重要である。

上記波長多重伝送において、光合分波器、発光素子、受光素子、ピッグテールファイバ、及び電子回路を実装した波長多重伝送用モジュールは必須の光デバイスである。

本発明者は上記波長多重伝送用モジュールとして第8図に示す構成のものを提案している(井本、他“導波路型光合分波器”、日立電線、No.8,PP.19~24,1989)。これは、一枚の基板上に導波路構造の光合分波器201を構成し、その導波路の一方の側にピッグテールファイバ202を接続させ、反対の側には半導体レーザLD、受光素子PDを接続させたものである。また半導体レーザ、受光素子を駆動する電子回路203も上記基板上に実装されている。

【発明が解決しようとする課題】

第8図の構成を現状技術で実現しようとすると、半導体レーザ及び受光素子をチップ状で実装しなければならない。しかし、その場合には、モジュール全体を気密封止して上記チップの信頼性を高める必要があるが、モジュール全体を気密封止する技術は、現状ではまだ実現不可能である。

そこで現状では、半導体レーザとレンズをマウント上に実装し気密封止した半導体レーザパッケージや受光素子とレンズをマウント上に実装し気密封止した受光素子パッケージを使わざるを得ない。ところが、これらのパッケージの高さ、幅及び長さはいずれも数mm程度の大きさである。

そのため、第9図に示すように、半導体レーザLDを結合させる導波路204と、受光素子PDを結合させる導波路205との間隔2Gを、数mm以上にとらなければならない。しかし、この間隔2Gを数mm以上にとると、第10図に示すように、導波路の全長Dは20mm以上になり、小形化が困難になるという問題点がある。

また全長Dが長くなると導波路伝搬損失も増えるという問題点もある。

さらには半導体レーザーパッケージと受光素子パッケージが接近しているので、電気的な信号のまわりこみによる漏話の劣化が生じるという問題点も懸念される。特に、高速、高帯域な信号伝送(>数百Mbps)を行なう場合には、この漏話は非常に問題になる。

本発明の目的は、前記した従来技術の欠点を解消し、小形で漏話の少ない波長多重伝送用の光合分波器及び光合分波器モジュールを提供することにある。

[課題を解決するための手段]

本発明の基本的な形態は、少なくとも2つの異なる波長の光信号を分波する光合分波器において、第1の波長選択素子で少なくとも2つの異なる波長の光信号を分波し、該分波された少なくとも一つの波長の光信号が伝搬する導波路Aに近接平行して別の導波路Bを設け、該導波路Aと導波路Bの出口端面に反射手段を形成することによ

り、導波路B内に上記分波された少なくとも一つの波長の光信号を結合させ、導波路A内の伝搬方向と逆方向に伝搬させるように構成した光合分波器である(請求項1)。

上記反射手段として、反射膜(請求項2)、或いは上記分波された少なくとも一つの波長の光信号だけを反射させ、他の分波された波長の光信号は通過させる機能をもった干渉膜フィルタ(請求項3)、或いは上記導波路Aと導波路Bの出口端面を鏡面加工した光学的鏡面(請求項4)等が挙げられる。

上記第1の波長選択素子としては方向性結合器を用いることができる(請求項5)。また、上記分波された少なくとも一つの波長の光信号を導く導波路B側には、さらに上記分波された少なくとも一つの波長の光信号だけを選択的に通し、他の分波された波長の光信号を抑圧する第2の波長選択素子を継続接続した形態に発展させることができる(請求項6)。

次に、本発明の光合分波器モジュール(請求項

7)は、上記基本形態の光合分波器における少なくとも2つの異なる波長の光信号が分波されて出力される導波路端子側の各々に、受光素子パッケージかあるいは発光素子パッケージを配置した構成のものである。上記受光素子パッケージは、受光素子単体であってもよいし、レンズ付きの受光素子又は電子回路の内蔵された受光素子のいずれかを含むものであってもよい。同様に、上記発光素子パッケージは、発光素子単体であってもよいし、レンズ付きの発光素子又は電子回路の内蔵された発光素子のいずれかを含むものであってもよい(請求項8)。

この光合分波器モジュールにおいて、受光素子の前には、所望の波長の光信号だけを通過させる干渉膜フィルタを設けることが好ましい(請求項9)。また、少なくとも2つの異なる波長の光信号が分波されて出力される導波路端子間に接続される受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージの少なくとも1つは、光ファイバを介して接続するのが好ましい(請求項10)。

光合分波器については、上記基本的形態(請求項1)を更に次のように発展させることができる。即ち、導波路Aに近接平行して別の導波路Bを設け、該導波路AとBの出口端面に反射手段を形成する構成を、導波路B側に更に少なくとも一つ継続接続することができる(請求項11)。また、上記基本的形態の光合分波器(請求項1)を少なくとも2つ組み合せ、少なくとも3つの異なる波長の光信号を分波する構成とすることができる(請求項12)。この光合分波器において、少なくとも3つの異なる波長の光信号が分波され出力される導波路端子間に、受光素子パッケージ或いは発光素子パッケージのいずれかを配置すると、光合分波器モジュールが得られる(請求項13)。

[作用]

請求項1の光合分波器では、分波された少なくとも一つの波長の光信号が伝搬する導波路A 32側に、これに接近平行してもう一つの導波路B 33を設け、該2つの導波路AとBの出口側端面に反射手段を形成し、Aの導波路32内を反射手段に向

けて伝搬してきた上記分波された光信号がその方向と逆方向にBの導波路33内に結合して伝搬するように、導波路AとBで方向性結合器を構成している。このため、第1の波長選択素子(51)で分波された各光信号は、十分離れたところに出射する。このため漏話が少なくなる。また、反射膜により導波路を折り返すように構成するため、各々の導波路の長さが短くなり、低損失化及び小型化を図ることができる。

請求項3では、上記反射手段に干渉膜フィルタ(161, 162)を用いているので、例えば波長 $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ のうち $\lambda_2 \lambda_3$ が第1の波長選択素子(51)で分波され導波路Aに伝搬されてきた場合には、干渉膜フィルタが上記分波された少なくとも一つの波長の光信号 λ_2, λ_3 だけを反射させ、他の分波された波長 λ_1 の光信号は通過させる。従って、波長 λ_1 の成分を除去して波長 $\lambda_2 \lambda_3$ を分波でき、更に漏話を減少させることができる。

請求項6の光合分波器では、上記反射手段から

フィルタを設けること、受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージは、光ファイバ(91, 92)を介して接続することが好ましい。

請求項11の光合分波器は、導波路A, Bと反射手段とから成る構成を多段に形成したもので、漏話の程度を減少させるのに適する。請求項12の光合分波器は導波路A, Bと反射手段から成る構成を2以上組み合せたもので、3以上の波長を分波するのに適する(第4図参照)。請求項13は、それらの分波出力の導波路端子側に、受光素子パッケージあるいは発光素子パッケージのいずれかを配置するものであり、所望数の波長を分波あるいは合波するモジュール器又は双方向伝送光モジュールが得られる。

[実施例]

第1図に本発明の導波路型光合分波器の実施例を示す。同図(a)は側面図、(b)はそのA-A断面図である。

この光合分波器は、2つの波長 λ_1 及び λ_2 の光信号を分波(または合波、あるいは合分波)す

るの波長 $\lambda_2 \lambda_3$ の光信号が第2の波長選択素子(53)に伝搬され、該素子にて波長 λ_1 が抑圧される(第2図参照)。

請求項7の光合分波器は、次の3形態を含む。即ち、少なくとも2つの異なった波長の光信号が分波されて出力される導波路端子(31, 33)側の各々に、受光素子パッケージ(12)を配置した場合には、光分波器モジュールとなり、発光素子パッケージ(11)を配置した場合には光合波器モジュールとなる。更に、導波路端子(31, 33)側の一方に受光素子パッケージ(12)を、他方に発光素子パッケージ(11)を配置した場合には双方向伝送用光モジュールとなる(第3図参照)。これら3形態において、受光素子(発光素子)パッケージ内に含まれる素子が、受光素子(発光素子)単体であるか、あるいはレンズ付きの受光素子(発光素子)であるか、さらには電子回路の内蔵された上記受光素子(発光素子)であるかどうかは、任意に決定できる。ただし、受光素子の前には、所望の波長の光信号だけを通過させる干渉膜

るためのものである。

まず、構成から説明する。基板1(Si, GaAsなどの半導体、SiO₂, SiO_xに屈折率制御用ドーパントを添加したガラス、サファイアなど)上に屈折率n_cの低屈折率層2(SiO₂, SiO_xに屈折率制御用ドーパントを添加したガラス)を堆積し、その上に屈折率がn_e(n_e>n_c)で、略矩形状のコア31, 32及び33が形成されている。そして上記コア及び低屈折率層上に屈折率n_c(n_c<n_e)のクラッド層4が覆われている。コア及びクラッド層はSiO₂あるいはSiO_xに屈折率制御用ドーパントとしてB, P, Ge, Ti, Al, Ta, Zn, Sbなどを少なくとも一種含んだもので構成される。

方向性結合器51には、波長 λ_2 の光信号を選択的に分波し、波長 λ_1 の光信号はそのまま通す特性をもつたものが用いられる。この方向性結合器51は第1の波長選択素子として機能し、波長 λ_1 の光信号はコア31を経て取り出される。方向性結合器51で分波された波長 λ_2 の光信号を

伝搬するコア32は導波路Aとして機能し、この導波路Aに近接平行して設けられているコア33は導波路Bとして機能する。

方向性結合器52は、2つの平行導波路A、Bの一方の端面側に反射手段として反射膜6を設け、2つの平行導波路の結合部の長さを、方向性結合器51の結合部の長さの約1/2にした構成のものである。

すなわち、矢印73に示すことく、コア32内を伝搬してきた波長入2の光信号を反射膜6を介してコア33内に結合させて矢印74のごとく伝搬させるようにした、いわゆる波長入2の光信号に対して波長選択性をもった方向性結合器である。波長入1の光信号は反射膜6で反射されて、またびコア32内を矢印73と逆方向に伝搬する。

ここで、反射膜6の代りに、波長入1の光信号に対しては通過特性を示し、波長入2の光信号に対しては通過特性を示す干渉膜フィルタを反射手段として用いてもよい。

更には、導波路Aと導波路Bの出口端面を垂直

矢印74、75のように伝搬し、導波路外へ出射される。

なお第1図の構成において、矢印71方向へは波長入2の光信号のみを伝搬させ、矢印151方向から波長入1の光信号を入射させ、矢印152のごとく取り出すようにすれば、光合分波機能をもった光デバイスとなる。

第2図は本発明の導波路型光合分波器の別の実施例を示したもので、同図(a)は側面図、(b)はそのA-A断面図である。

これは第1図の導波路型光合分波器において、上記方向性結合器51で分波された波長入2の光信号を導くコア(導波路B)33間に、さらに第2の波長選択性子としての方向性結合器53を追加的に継続接続したものである。

この方向性結合器53は、波長入1の光信号を選択性に分波し、波長入2の光信号はそのまま通過させる特性をもつたものである。すなわち、矢印74方向から伝搬してきた波長入2の光信号は矢印75のごとく通過させる。また矢印74方向

且つ光学的鏡面状態にしておけば反射膜6或いは干渉膜フィルタを設けなくてもかなり良好な反射端面を確保することができる。この方法は、例えば端面を光学研磨或いはドライエッティングにより容易に実現できるので経済的である。導波路端面を上記方法により実現すれば、端面において屈折率1の空気と屈折率が約1.462の導波路の反射となり、ほぼ90°に近い反射で光信号を逆方向に伝搬させることができる。

次に、第1図の導波路型光合波分波器の動作概要について説明する。

矢印71の如く伝搬してきた波長入1及び入2の光信号はコア31内に入り、方向性結合器51で波長入2の光信号のみが選択的に分波されてコア32内を矢印73のごとく伝搬する。波長入1の光信号は方向性結合器51内をそのまま通過して矢印72のごとく導波路外へ出射される。矢印73のごとく伝搬した波長入2の光信号は、方向性結合器52でさらに分波されて、コア33内を

から伝搬してきた光信号に含まれている非希望波長入1の光信号をコア34間に分波し、矢印75方向に出力させないように作用する。

第3図は本発明の光合分波器モジュールの実施例を示したものである。これは導波路型光合分波器16に、光ファイバ91及び92、半導体レーザーを内蔵した半導体レーザーパッケージ11、球レンズ10、受光素子を内蔵した受光素子パッケージ12を実装した、いわゆる双方向伝送用光モジュールである。

光ファイバ91は波長入1および入2の光信号を双方向に伝搬させるためのものであり、シングルモードファイバで構成される。光ファイバ92は波長入2の光信号を受光素子パッケージ12に導くための伝送路であり、シングルモードあるいはマルチモードファイバを用いることができる。

受光素子パッケージ12は、受光素子、干渉膜フィルタ付き受光素子、あるいはレンズを付加した受光素子、さらには電子回路を内蔵したもので構成される。この受光素子パッケージ12は光フ

アイバ 92 を介在させないで、直接に導波路型光合分波器 16 の端面に配置させててもよい。

半導体レーザーパッケージ 11 は、波長入 1 の光信号を発光する半導体レーザー、あるいは半導体レーザーに球レンズ、光信号モニタ用の受光素子、半導体レーザー及び受光素子用の電子回路を少なくとも一つ内蔵したもので構成される。

球レンズ 10 は半導体レーザーの光信号をコア 31 内に効率よく結合させるためのものであり、球レンズの代りに集束型ロッドレンズ、円柱レンズなどを用いててもよい。

この第3図の構成は、半導体レーザーパッケージ 11 と受光素子パッケージ 12 とが十分に離された位置に配置されているので、それぞれのパッケージ間の電気的漏話の影響を非常に小さく抑えることができる。同図において、半導体レーザーパッケージ 11 の代りに受光素子パッケージを用いると、波長入 1 及び入 2 を分波するための光分波器モジュールを構成することができる。また、受光素子パッケージ 12 の代りに、波長入 2 の光

信号を発光する半導体レーザーパッケージを用いると、光合分波器モジュールを構成することができる。

第4図は本発明の導波路型光合分波器の別の実施例を示したものである。これは波長入 1、入 2 及び入 3 の光信号を分波するものである。

まず、この構成について説明する。方向性結合器 51 は波長入 2 及び入 3 の光信号を分波し、波長入 1 の光信号を通過させるものである。方向性結合器 52 は波長入 2 及び入 3 の光信号を分波し、波長入 1 の光信号を通過させるものである。方向性結合器 54 は波長入 3 の光信号を分波させ、波長入 2 の光信号を通過させるものである。

干渉膜フィルタ 161 および 162 は波長入 1 の光信号を通過させ、波長入 2 及び入 3 の光信号を反射させるものである。干渉膜フィルタ 163 は波長入 2 の光信号を通過させ、波長入 3 の光信号を反射させるものである。干渉膜フィルタ 164 は波長入 3 の光信号を通過させ、波長入 2 の光信号を反射させるものである。

次に、この第4図の光合分波器の動作について説明する。

矢印 171 の如く伝搬してきた波長入 1、入 2 及び入 3 の光信号は、コア 31 内に入射し、方向性結合器 51 で、波長入 2 及び入 3 の光信号がコア 32 個に分波される。波長入 1 の光信号は、コア 31 内をそのまま伝搬し、矢印 172 方向へ出力される。矢印 173 方向へ伝搬した波長入 2 及び入 3 の光信号は矢印 174 方向へ分波される。そして、方向性結合器 54 で波長入 2 の光信号は矢印 175 方向へ出力され、波長入 3 の光信号はコア 34 個へ分波される。コア 34 個へ分波された波長入 3 の光信号は、矢印 176 方向から矢印 177 方向へ出力される。

かくして、3 波長入 1、入 2、入 3 の光信号がそれぞれ分波される。

第4図の構成から分るように、4 波長以上の光信号を合波、分波、あるいは合分波することも容易に実現することができる。しかも分波出力間の位置を十分に離しても、導波路型光合分波器の長

さ D が長くならないという特徴がある。

導波路の構成は、本実施例で示した埋込み型以外に、リッジ型、装荷型、その他のチャネル型導波路を用いることができる。

半導体レーザーの代りに発光ダイオードを用いてもよい。

上述した第1図、第2図、第4図の導波路型光合分波器は反射膜 6 或いは干渉膜フィルタ 162 又は 163 等の反射手段を用いて構成されているため、第8図及び第9図の構成に比して導波路（コア 31、32、33）の長さを短くすることができます（全長 1.5 mm 程度）、従って低損失特性となる。

さらに、上記導波路型光合分波器の反射手段は必ずしも基板 1 の端に設ける必要はなく、第5図のように、導波路 32、33 の途中に溝 20 を形成し、その溝部に反射膜 6 を設けるようにしてもよい。

又、第5図に示すように、光の入出力する導波路端面 80、81、82 に光の反射防止膜を設け

ることにより、端面からの屈折率の違いによる光の反射を防止するようにしてよい。或いは、導波路端面の角度、例えばθ₁を90°よりも小さい角度に設定しておいてもよい。このように角度θ₁を90°以下にすると、コア31とコア33の間隔Sを広くとることができ、結果的に導波路長Lを短くすることができる。ここでθ₁としては80°から88°の範囲が好ましい。第7図は第6図の導波路型光合分波器16に光素子（半導体レーザー77、受光素子パッケージ12）及び光ファイバ91を実装した光合分波器モジュールの別の実施例を示したものである。導波路端面81が90°以下の角度θ₁に設定されているので、半導体レーザー77からの光出力が端面81で反射してふたたび半導体レーザー77側に戻ることがない。そのため、半導体レーザー77は安定なレーザー発振を行わせることができる。干渉膜フィルタ6'の受光素子パッケージ12側の面に反射防止膜を形成しておくとこの面から反射光は生じにくくなる。又先球ロッドレンズ10'の端面

83にも反射防止膜を設けるか、この端面83を90°以下の角度に形成するとより好ましい。尚、第6図において、端面81に半導体レーザー77の光信号（波長λ1）を通し、波長λ2の光信号を反射させる膜を形成しておけば、反射膜6は不要となる。

[発明の効果]

以上述べたように、本発明によれば、小形でかつ光学的及び電気混話の極めて少ない波長多重伝送用の光合分波器及び光合分波器モジュールを実現することができる。またその低損失特性をも実現することができる。

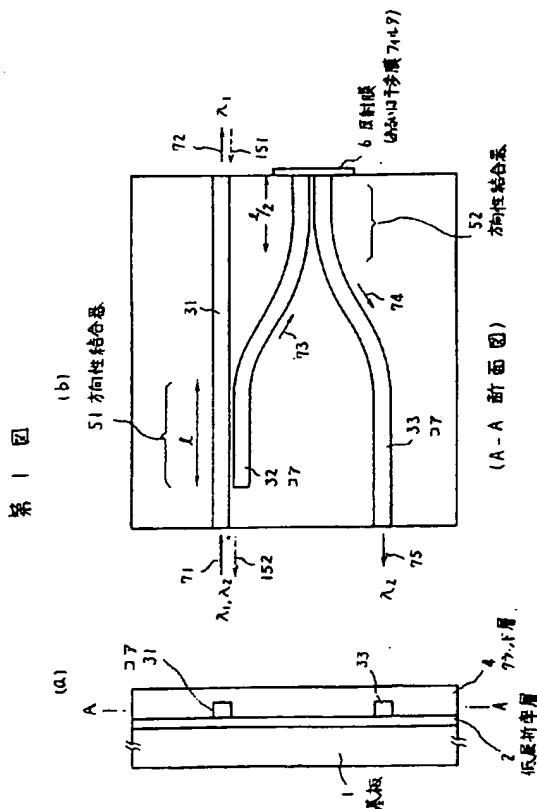
4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図及び第5図は夫々本発明の光合分波器の実施例を示した図、第3図及び第7図は本発明の光合分波器モジュールの実施例を示した図、第4図及び第5図は夫々本発明の光合分波器の他の実施例を示した図、第8図は本発明者が先に提案した波長多重伝送用モジュールの概略を示した図、第9図は本発明者が先に

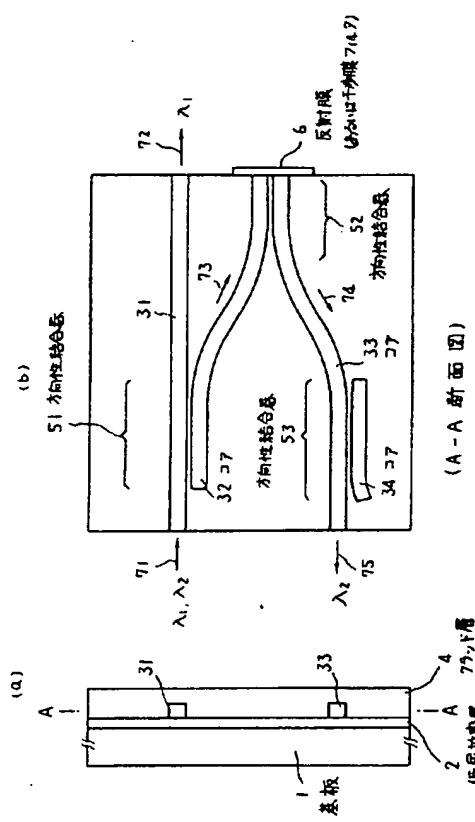
提案した光合分波器の構成を示した図、第10図は第9図の光合分波器を実現する場合の導波路の全長と導波路間隔との関係を本発明者の計算例により示した図である。

図中、1は基板、16は導波路型光合分波器、2は低屈折率、31はコア、32はコア（導波路A）、33はコア（導波路B）、4はクラッド層、51は方向性結合器（第1の波長選択素子）、52は方向性結合器、53は方向性結合器（第2の波長選択素子）、6は反射膜、91、92は光ファイバ、10は球レンズ、10'は先球ロッドレンズ、11は半導体レーザーパッケージ、12は受光素子パッケージ、161～164、6'は干渉膜フィルタ、77は半導体レーザー、80、81、82は導波路端面、83は先球ロッドレンズの端面を示す。

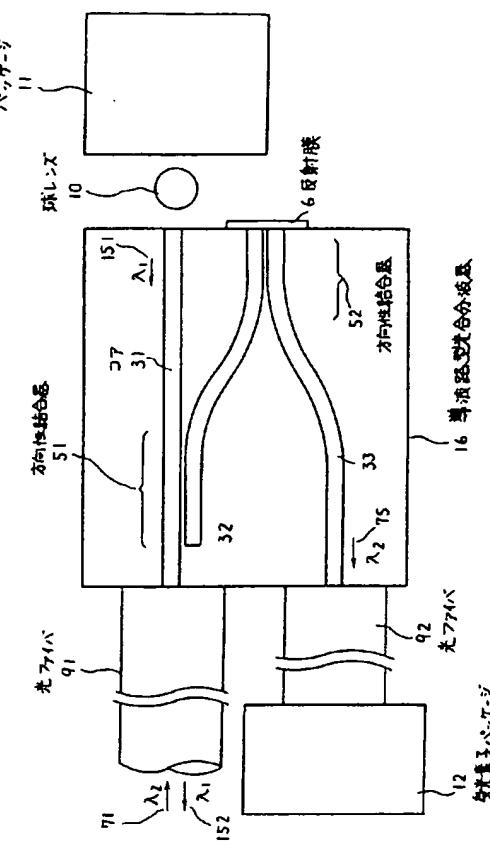
出願人 日立電線株式会社



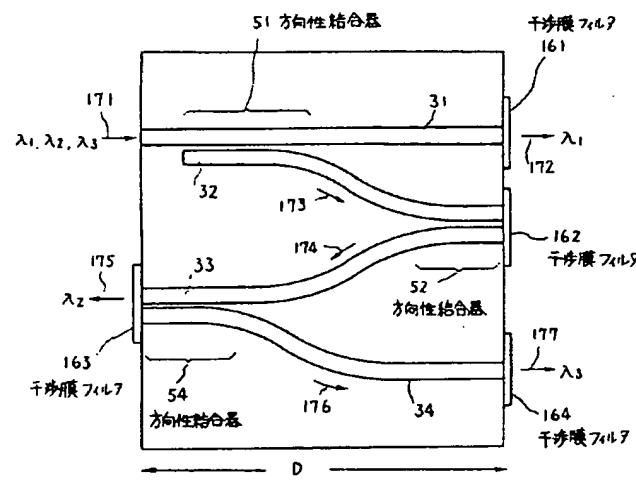
四二



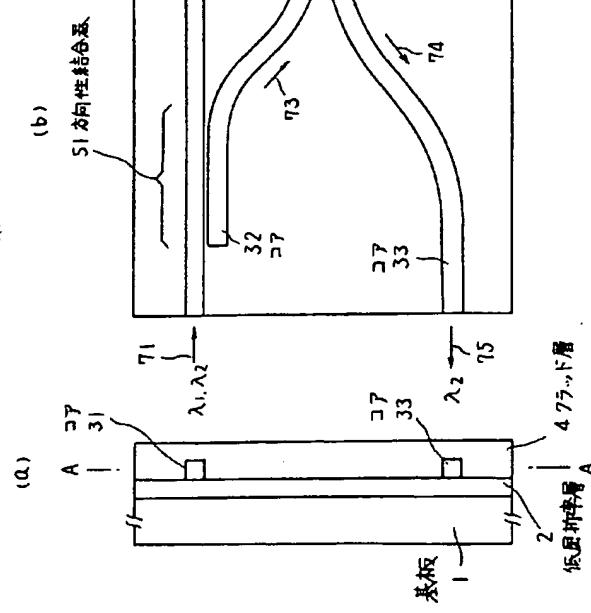
三四



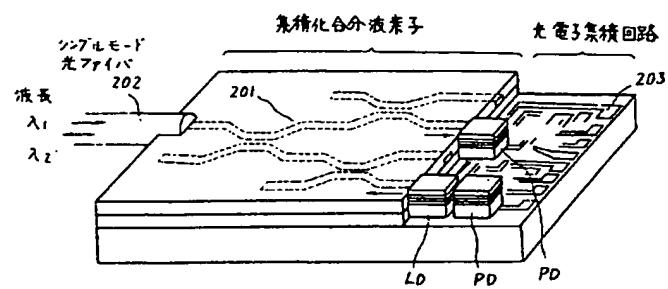
第 4 7



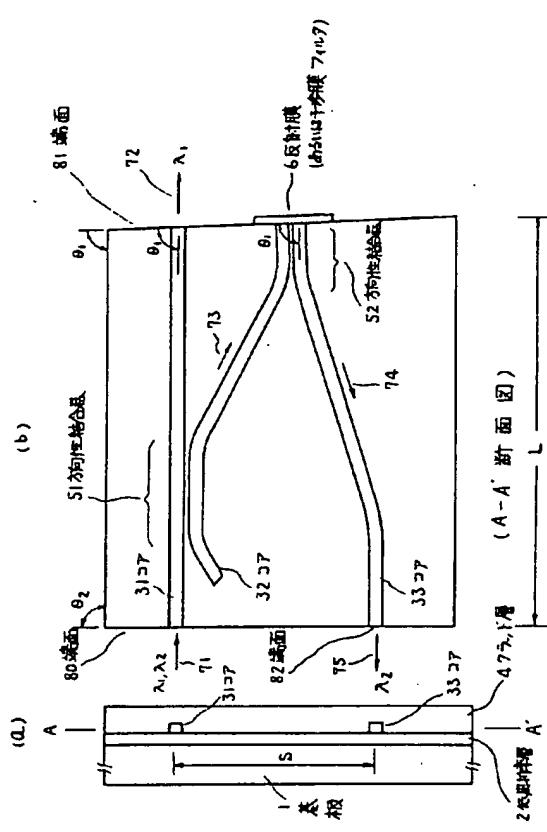
四
五
新



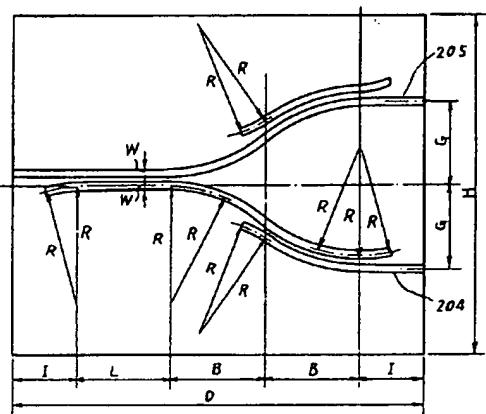
第8図



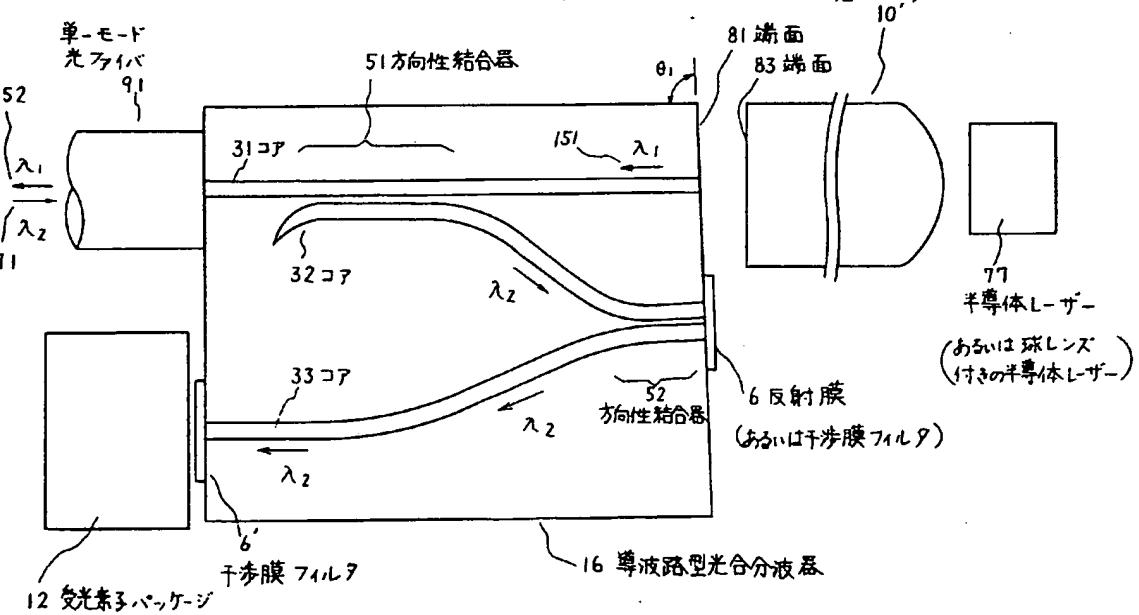
第6回



第9図



第7図



第 10 図

